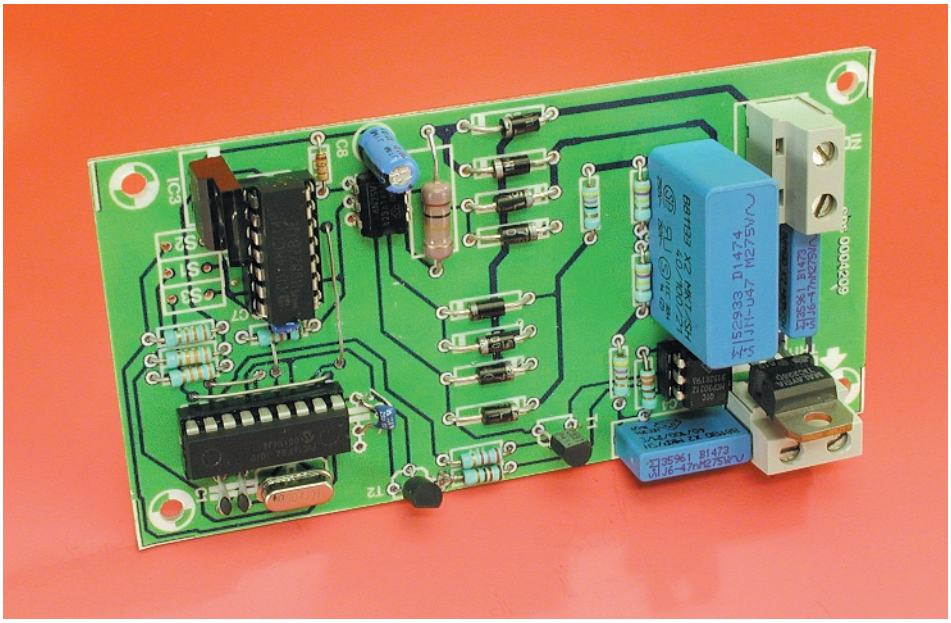
gradateur piloté par µC

à commande par touches

Projet : P. Staelens

Texte : Sjef van Rooij

Au coeur du gradateur rustique objet de cet article réside un microcontrôleur PIC. La commande de ce gradateur capable de supporter un courant maximum de 6 A se fait par le biais de 3 touches seulement, garantie d'un confort d'utilisation optimum.



L'électronique du gradateur peut, logiquement, être subdivisée en 2 sous-ensembles. La partie gradateur proprement dite est concoctée selon une recette analogique classique, sous-ensemble qui se charge, par le biais d'un triac, du découpage en phase de la tension du secteur. Peu de nouveau à ce niveau-là. La particularité intéressante de ce gradateur est que sa commande ne fait pas appel à un potentiomètre mais à un processeur PIC PIC16F84 programmé, microcontrôleur dont la commande se fait par l'intermédiaire de 3 touches, une touche combinée marche/arrêt, une touche UP (+) et une touche DOWN (–).

Mode d'emploi

La programmation du microcontrôleur est telle que le gradateur se trouve, lors de sa première mise sous tension, en position « arrêt » alors que la circuiterie de régulation se trouve elle, au contraire, en mode « ouvert à fond ». L'ampoule connectée au montage ne sera alimentée en courant qu'à la suite d'une action sur la touche marche/arrêt qui mettra le gradateur en fonction. Il n'en reste pas moins possible de déjà jouer sur la luminosité par action sur les touches UP et DOWN, avant que le gradateur ne soit mis sous tension. Le circuit de régulation est actif quelle que soit l'état électrique du gradateur, en marche ou à l'arrêt.

Fonctionnement

Un simple coup d'oeil au schéma représenté en **figure 1** permettra de vous convaincre que l'électronique mise en oeuvre ici n'a vraiment pas de quoi effrayer un amateur d'électronique, qu'il soit néophyte ou aguerri. Il n'est sans doute pas très difficile, pour la plupart de nos lecteurs, d'identifier les différents sous-ensembles fonctionnels. En haut on découvre le processeur PIC, sur sa droite la partie centrée sur le triac, en bas à gauche le détecteur de passage par zéro et à droite l'alimentation.
La circuiterie épaulant le processeur n'appelle pas, tant elle est classique, de remarque particulière. Les 3 touches de commande sont reliées aux lignes RA0, RA1 et RA2, la com-

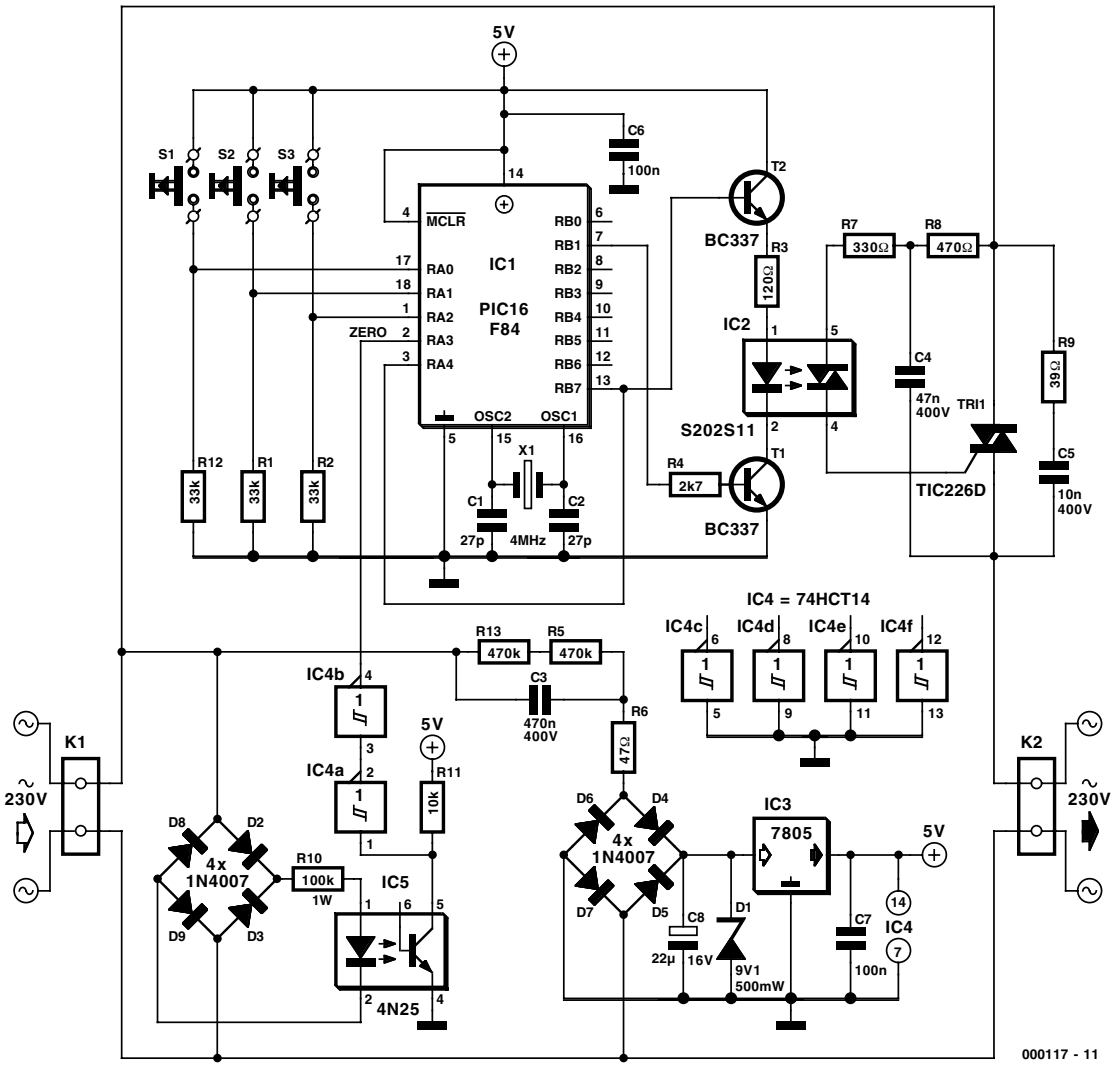


Figure 1. Ce gradateur à base d'un circuit à triac classique est piloté par un microcontrôleur PIC16F84 programmé.

mande de la circuiterie du triac se faisant par le biais des lignes RB1 et RB7. La liaison entre RB7 et (l'entrée) RA4 n'est en fait plus nécessaire. Tout au début du développement du projet le logiciel utilisait cette ligne pour la détection de l'état du gradateur, en marche ou à l'arrêt. Nous avons, à un stade ultérieur du développement, modifié le programme du microcontrôleur pour qu'il se charge lui-même du suivi de l'état du gradateur.

Nous en arrivons au sous-ensemble du triac. Ici à nouveau il s'agit d'un circuit classique à ceci près que la commande du triac, TR1, se fait par le biais d'un circuit intégré spécialisé, un circuit de commande de triac, IC2.

Ce composant assure l'isolation entre la partie basse-tension et la partie haute-tension (c'est-à-dire celle reliée au secteur). Cette séparation est requise de par le fait que la masse de l'alimentation 5 V se trouve à un potentiel différent de celui de la partie haute-tension. Le circuit de commande de triac est lui-même piloté par les transistors, T1 et T2, cette paire de composants assurant une fonction logique ET (*AND*). La commande du triac peut uniquement se faire lorsque les 2 transistors sont passants (les lignes RB1 et RB7 se trouvent au niveau haut). Le réseau d'amortissement (*snubber*) R9/C5 protège le triac contre une charge inductive.

Il faut impérativement disposer d'un détecteur de passage par zéro si l'on veut déterminer l'instant correct et précis d'amorçage. IC5, un opto-coupleur du type 4N25 constitue un composant important de ce sous-ensemble fonctionnel. La source de lumière intégrée dans l'opto-coupleur est pilotée par un redresseur en pont qui lui est réservé vu qu'en raison de la présence du condensateur C3 la tension de sortie de l'autre pont de redressement ne comporte plus d'information de phase de la tension du secteur. La tension à fréquence de 100 Hz présente à l'entrée de IC5 a pour conséquence un blocage de courte durée du transistor lors de chaque passage à zéro de la tension du secteur. On voit apparaître ainsi, sur le collecteur de ce transistor, pendant un court instant, une tension de 5 V à chaque passage par zéro du secteur. Ce signal est transmis au microcontrôleur par le biais du double trigger de Schmitt constitué par IC4a/IC4b. Il est possible, dans ce conditions, au programme stocké dans le processeur, de synchroniser ce dernier avec l'évolution sinusoïdale de la tension du secteur.

Il nous reste à parler de l'alimentation. On constate, à l'examen du schéma, que la ten-

sion d'alimentation de 5 V est dérivée directement du secteur sans qu'il ne soit fait appel à un transformateur. La « résistance en tension alternative » C3 se charge d'abaisser la tension du secteur à un niveau acceptable, ce niveau de tension plus faible étant ensuite appliqué, après passage par le pont de redressement que constituent les diodes D4 à D7, au régulateur de tension intégré IC5 qui se charge de sa régulation. D1 fait en sorte que que la tension d'entrée de IC3 ne puisse pas devenir trop élevée. Le découplage fait appel à une paire de condensateurs, C6 et C7. Attention : bien qu'une tension d'alimentation de 5 V puisse paraître inoffensive, elle est loin de l'être dans le cas présent vu que le montage ne comporte pas d'isolation galvanique entre cette tension et la tension du secteur. On respectera partant les précautions d'usage.

La réalisation

La **figure 2** vous propose le dessin des pistes et la sérigraphie de la platine dessinée à l'intention de notre gradateur piloté par μC. Vu d'une part l'existence de cette platine (**EPS000117-1**) et celle d'une version programmée du PIC (**EPS000117-41**) (disponibles tous 2, ainsi qu'une disquette avec le code-source (**EPS000117-11**) d'ailleurs, auprès des adresses habituelles) et le faible nombre de composants concernés de l'autre, la réalisation de ce gradateur ne devrait guère poser de problème. Permettez-nous d'insister, à l'intention des néophytes en la question, sur les précautions à respecter en cas de réalisation d'un montage relié à la tension secteur comme c'est le cas de ce gradateur. Répétons-le, en dépit de la présence d'un circuit de commande à opto-triac et d'un opto-coupleur la partie basse-tension n'est pas isolée galvaniquement de la tension du secteur. Il faudra partant en tenir compte lors du test et de mesures effectués sur ce montage !
Autre aspect pratique important : les condensateurs C3 à C5 devront impérativement être du type appelé « classe X2 ». Ils ont la caractéristique d'être protégés contre les courts-circuits et n'induisent pas, au cas où ils deviendraient défectueux, de court-circuit. Si l'on envisage de monter l'ensemble dans un coffret « secteur » il est préférable de monter le régulateur IC3 à plat en le couchant pour ainsi dire sur IC4; il faudra dans ce cas-là ne pas couper les « pattes » de IC3 trop court car cette inclinaison à 90° deviendrait impossible. Les dimensions compactes de la platine devraient vous faciliter le choix d'un boîtier adéquat. Il faudra utiliser, lors du montage du circuit imprimé dans le coffret, des vis et écrous, sans oublier les entretoises, en plastique si l'on veut respecter l'écartement requis entre la tension du secteur et les composants accessibles. Nous avons mis notre prototype dans un coffret Bopla. Il nous a cependant fallu, pour pouvoir bien fermer le boîtier, raccourcir les entretoises d'origine de quelque 3 mm.

(000117)

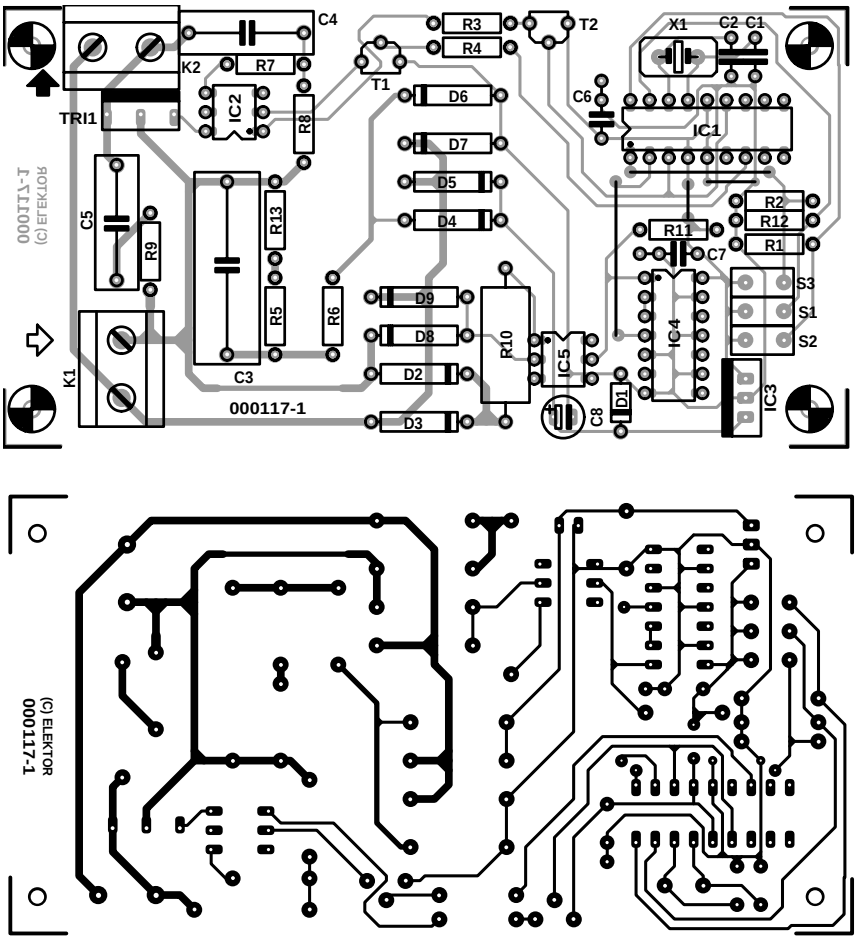


Figure 2. En dépit de sa compacité, la sérigraphie est très claire. N'oubliez pas que ce circuit est relié à la tension du secteur !

Liste des composants

Résistances :
R1,R2,R12 = 33 kΩ
R3 = 120 Ω
R4 = 2kΩ7
R5,R13 = 470 kΩ
R6 = 47 Ω
R7 = 330 Ω
R8 = 470 Ω
R9 = 39 Ω
R10 = 100 kΩ/1W
R11 = 10 kΩ

Condensateurs :
C1,C2 = 27 pF
C3 = 470 nF/400 V (classe X2)
C4 = 47 nF/400 V (classe X2)
C5 = 10 nF/400 V (classe X2)
C6,C7= 100 nF
C8 = 22 μF/16 V radial

Semi-conducteurs :
D1 = diode zener 9V1/500 mW
D2 à D9 = 1N4007
T1,T2 = BC337
Tri1 = TIC226D
IC1 = PIC16F84-04 (Microchip programmé EPS000117-41)
IC2 = MOC3021
IC3 = 7805
IC4 = 74HCT14
IC5 = 4N25

Divers :
S1 à S3 = bouton-poussoir SW à contact travail, classe II
X1 = quartz 4 MHz
K1,K2 = bornier encartable à 2 contacts au pas de 7,5 mm
coffret « secteur » (tel que, par exemple, Bopla)